



(19)

(11) Publication number:

09073166 A

Generated Document

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 08165995

(51) Intl. Cl.: G03F 1/08 H01L 21/027

(22) Application date: 26.06.96

(30) Priority: 29.06.95 JP 07163895

(43) Date of application
publication: 18.03.97(84) Designated contracting
states:

(71) Applicant: NEC CORP

(72) Inventor: HASHIMOTO SHUICHI
KASAMA KUNHIKO

(74) Representative:

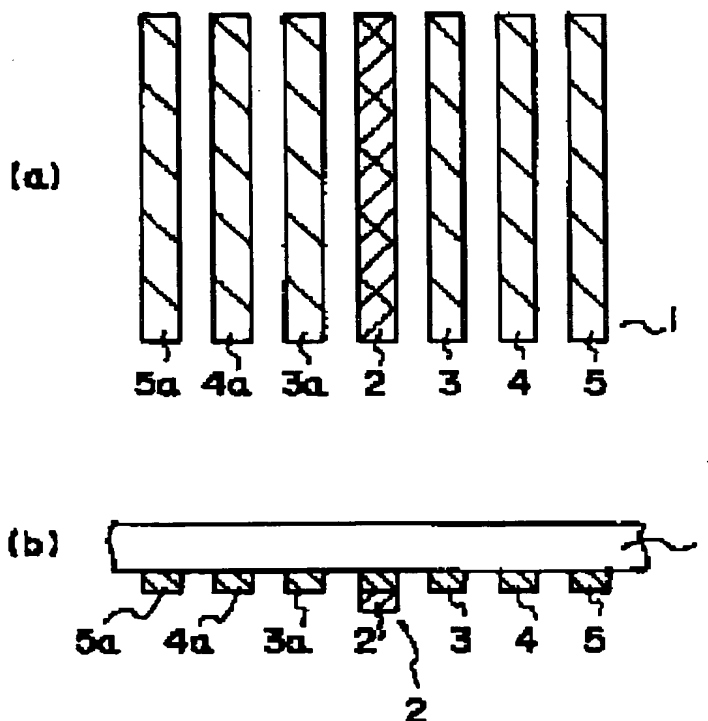
(54) PHOTOMASK FOR EXPOSURE
AND ITS PRODUCTION

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the depth of focus of an isolated pattern and to decrease the optical proximity effect in the edge of a periodical pattern edge or the isolated pattern by arranging an auxiliary pattern comprising a material film having low transmittance for the exposure light around the main pattern.

SOLUTION: Auxiliary patterns 3-5 are arranged with the same pitch parallel to one another on one side of an isolated line 2. Further, the same auxiliary patterns 3a-5a are arranged with the same pitch on the other side of the line 2. These auxiliary patterns 3-5 and 3a-5a have 30-50% transmittance for the exposure light. Namely, auxiliary patterns 3-5 and 3a-5a having controlled transmittance are formed around the main pattern. Thereby, a periodical property can be added to the isolated line 2 as the main pattern, the isolated space, the periodical lines or the edge of the isolated space, which can decrease the optical proximity effect.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-73166

(43) 公開日 平成9年(1997)3月18日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08			G 0 3 F 1/08	A
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 0 2 P

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-165995

(22) 出願日 平成8年(1996)6月26日

(31) 優先権主張番号 特願平7-163895

(32) 優先日 平7(1995)6月29日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 橋本 修一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 笠間 邦彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

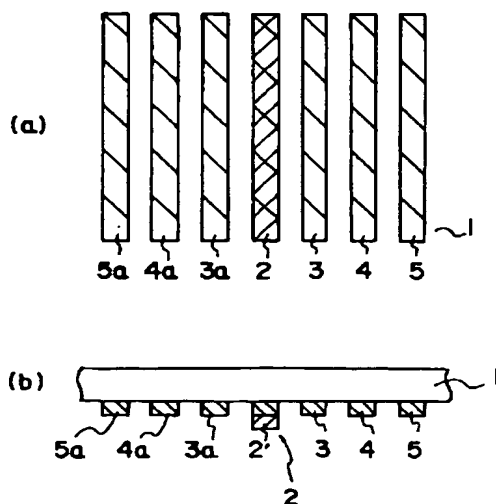
(54) 【発明の名称】 露光用フォトマスクおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 フォトリソグラフィーにおいて、孤立パターンの焦点深度を向上させるとともに、周期パターンの端や孤立パターンの光学的な近接効果を減少させること。

【解決手段】 透明基板上に遮光膜でパターンが形成される露光用フォトマスクにおいて、投影露光で半導体基板の表面に転写される主パターンが前記遮光膜で形成され、且つ、前記露光用の照射光に対して透過率の低い材料膜で形成される補助用パターンが前記主パターンの周辺部分に配設されている。

1 ガラス基板 2' 遮光膜
2 孤立ライン
3, 3a, 4, 4a, 5, 5a 補助パターン



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明基板上に遮光膜でパターンが形成される露光用フォトマスクに於いて、投影露光で半導体基板の表面に転写される主パターンが前記遮光膜で形成され、且つ、前記露光用の照射光に対して透過率の低い材料膜で形成される補助用パターンが前記主パターンの周辺部分に配設されていることを特徴とする露光用フォトマスク。

【請求項 2】 前記補助用パターンの寸法が前記主パターンの寸法と同一であり、且つ、複数の前記補助用パターンが一定のピッチで配列されていることを特徴とする請求項 1 記載の露光用フォトマスク。

【請求項 3】 前記補助用パターンを形成する前記透過率の低い材料膜がモリブデンシリサイド薄膜であることを特徴とする請求項 1 記載の露光用フォトマスク。

【請求項 4】 前記透明基板でパターンを形成されていない領域を透過する露光用の照射光と前記補助用パターンを透過する露光用の照射光との位相差が 360° (2π ラジアン) の倍数となることを特徴とする請求項 1 記載の露光用フォトマスク。

【請求項 5】 前記主パターンが前記遮光膜による孤立したライン状のパターンであることを特徴とする請求項 2 記載の露光用フォトマスク。

【請求項 6】 前記主パターンが前記遮光膜で形成されるライン状のパターンであり一定ピッチで配列されていることを特徴とする請求項 2 記載の露光用フォトマスク。

【請求項 7】 前記主パターンが前記遮光膜を部分的に除去した開口状の孤立パターンであることを特徴とする請求項 1 記載の露光用フォトマスク。

【請求項 8】 前記透明基板上に適当な透過率を持つ半透明膜を堆積し、前記半透明膜上にシリコン酸化膜を形成する工程と、前記シリコン酸化膜上に遮光膜を堆積する工程と、第 1 のレジストマスクで前記遮光膜、シリコン酸化膜および半透明膜をドライエッチングでパターンニングする工程と、第 2 のレジストマスクで前記パターンニングされた遮光膜のうち所定の遮光膜のパターンをドライエッチングする工程とを含むことを特徴とする請求項

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA$$

$$DOF = k_2 \cdot \lambda / (NA)^2$$

ここで λ は露光波長、 NA はレンズ開口数、 k_1 、 k_2 はプロセスに依存する係数を示す。(1) 式より、解像限界は波長 λ を短くし、 NA を大きくすることにより向上する事が分かる。しかし、(2) 式より短波長化および高 NA 化は DOF を減少させてしまう。現状では、解像度の向上に伴って焦点深度が急激に減少しており、必要な焦点深度を確保することが難しくなっている。

【0006】 一方、(2) 式から分かる様に、焦点深度の減少は短波長化の方が高 NA 化よりも緩やかである。このため、短波長化が進められてきており、露光光源と

2

1、請求項 2、請求項 3、請求項 4、請求項 5、請求項 6 又は請求項 7 記載の露光用フォトマスクの製造方法。

【請求項 9】 前記露光用フォトマスクにおいて、パターンが形成されていない領域を透過する露光用の照射光と前記補助用パターンを透過する露光用の照射光との位相差を、パターンが形成されていないガラス基板部分を削ることで 360° (2π ラジアン) の倍数となるようにする位相差制御方法。

【請求項 10】 前記補助用パターンを透過率の低い材料で形成される代わりに、ガラス基板表面をプラズマ処理によって荒らすことで形成する前記露光用フォトマスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体装置製造用の投影露光装置で使用する露光用フォトマスクに属する。

【0002】

【従来の技術】 DRAM に代表される半導体集積回路の集積度は上昇の一途を辿り、それに応じてパターンの線幅は非常に小さいものとなってきている。これに伴い半導体基板上に回路パターンを形成するフォトリソグラフィ工程では更に高い解像度パターンの転写が要求されてきている。現状のフォトリソグラフィ工程では縮小投影露光装置 (ステッパ) により紫外光でフォトマスク上の回路パターンを半導体基板上に塗布されたレジスト (=感光性有機膜) に焼き付けてパターンが形成されている。このパターン転写のためには半導体基板表面を投影レンズの結像面に一致させるのが理想であるが、LSI が積層構造であるために生じる段差や基板が平坦でないことなどの理由により、両者の間にずれが生じる。

【0003】 理想的結像面から多少ずれた場合でもパターン形成するためには、ある程度の焦点深度 (=パターン形成可能な光軸方向の範囲) が必要となり、必要焦点深度を確保することが高解像度と共に重要となる。

【0004】 一般に解像度 R と焦点深度 DOF はレーリーの式と呼ばれる次式で与えられる。

【0005】

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

して水銀灯の g 線 ($\lambda = 436 \text{ nm}$) から i 線 ($\lambda = 365 \text{ nm}$)、さらには KrF エキシマレーザ ($\lambda = 248 \text{ nm}$) が使用されるようになってきている。しかし、波長を変えるとレジストプロセスも変更しなければならず、これが短波長化に伴う大きな課題となっている。

【0007】 解像性能を向上させるためには、(1) 式および (2) 式の係数 k_1 を小さくし係数 k_2 を大きくすることも有効になる。これらの係数はレジストプロセスまたは光学系の精度に大きく依存する。このうちレジ

3

ストプロセスは、フォトレジスト材料あるいはウェハー表面へのその塗布の方法および露光照射後の現像方法等の工程を含んでいる。そして、この中で特にフォトレジスト材料が解像性能の向上に対して大きな役割を有している。

【0008】i線の波長で使用されてきたレジストはノボラック系レジストであり、これはノボラック樹脂と感光剤の混合物である。ノボラック樹脂は親水性でアルカリ現像液に可溶であるが、感光剤は親油性であり樹脂の溶解抑制剤として機能する。露光されると、露光部の感光剤が親水性のものに化学変化し、露光部が現像液に可溶となりポジ型レジストとして機能する。

【0009】KrFエキシマレーザの波長では、ノボラック系のレジストは吸光度が大き過ぎて使用できず、化学増幅系レジストと呼ばれる新しい反応機構を持つレジストが使用されるようになった。化学増幅系レジストはポリビニルフェノールの水酸基を疎水性の基（保護基）で置換した樹脂と酸発生剤から成る。露光されると酸発生剤から発生した水素イオンが移動して触媒として働き、樹脂の保護基が脱離され現像液に可溶となり、ポジ型レジストとして機能する。

【0010】さらに、先述した回路パターンの微細化に対応するため、超解像技術といわれる技術が実用化の観点で種々に検討されている。この超解像技術の代表的なものは、工夫を加える箇所によって次の3つの方法に大別できる。即ち、投影光学系の光源形状を変更するもの（変形照明法）、投影レンズの瞳面を変更するもの（瞳フィルター法）、フォトマスクを変更するもの（位相シフト法、補助パターン法）である。これらの超解像技術の効果は、フォトマスク上のパターンの種類に依存して異なる。

【0011】変形照明法、位相シフト法は2光束干渉を利用するもので周期的に配列したパターンの解像度と焦点深度を向上させることができる。

【0012】瞳フィルター法は投影レンズの瞳面の空間周波数分布を変更することによって結像面を多重にする方法で周期パターンと孤立パターンの両方に効果がある。しかしながら、この瞳フィルター法は投影レンズの瞳面を変更するので実プロセスへの導入は容易ではない。

【0013】補助パターン法は、主パターンの周辺にこの主パターンの寸法以下の補助パターンを形成し、解像度と焦点深度を向上させる方法である。以下に、この補助パターン法について特開平5-165194号公報に記載されている内容を説明する。図12は、この従来の補助パターン法の場合のフォトマスクの上面図を示している。ここで、このフォトマスクは1/5に縮小投影露光するステップで使用されるものとする。図12に示されるように、マスク基板となる透明なガラス基板101の表面にクロムからなる遮光膜102が付着される。そ

4

して、主パターンである回路パターン用の開口部103が設けられる。また、補助パターン用の開口部104および105が、この回路パターン用の開口部103に隣接して形成される。ここで、例えば、開口部103の幅は1.5 μ m、開口部104および105の幅は0.75 μ mに設定され、開口部103と104の中心距離および開口部103および105の中心距離は両方とも4.5 μ mに設定される。

【0014】このように補助パターン法では、フォトマスクに形成される主パターンである回路パターンに隣接してこの回路寸法より小さい寸法の補助用のパターンが設けられる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】先述したように、解像度と焦点深度の向上を計るために、超解像技術の中で比較的実プロセスへの導入が容易な変形照明法が実用化されつつある。この変形照明法は周期性のある回路パターン（以下、周期パターンと呼称する）には有効であるが、孤立した回路パターン（以下、孤立パターンと呼称する）には効果が小さい。また、このような周期パターンにおいてもパターンの端部等、周期性の途切れる部分では解像の形状が悪化する。これは、孤立パターンや周期パターンの端部では光が一様に回折されるので、2光束干渉の効果が得られなくなるためである。

【0016】先述した補助パターン法では、主パターンである回路パターンに隣接して補助パターンが形成されるため、回路パターンが孤立して形成されることはない。このため、前述の変形照明法が有効になる。しかし、従来の技術の補助パターン法では、補助パターンの幅は主パターン寸法より小さく設定される。このために、主パターンが解像度限界で設計される場合には、補助パターンは解像度限界以下になりパターンの微細化に伴いマスク作製が困難になる。

【0017】以上は解像度と焦点深度に関する問題であるが、回路パターンの疎密性の違いによる寸法差も大きな問題となる。このうち、周期パターンと孤立パターンの寸法差は近接効果と呼ばれ、近接効果を小さく抑えることも重要な課題となっている。すなわち、露光した際の光強度分布が、周期パターンと孤立パターンで異なるために、このようなマスクで露光する際に周期パターンが設計通りになるように露光量を合わせると孤立パターンが設計寸法から外れてしまうという問題が生じる。

【0018】さらに、KrFエキシマレーザリソグラフィで化学増幅系レジストを使用するようになってから、レジスト寸法が光強度分布で予想される以上に細くなったり、レジストパターン形状が悪くするという現象が生じ、新たな問題となっている。化学増幅系レジストが従来のレジストと異なる点は、露光により酸が発生し拡散することである。

【0019】発生する酸の量は光強度に比例する。そし

5

て、この濃度が高い部分の酸によって上述したレジストパターンへの悪影響が生じると考えられるので、光照射量の多い領域の光強度を選択的に下げる必要がある。

【0020】本発明の目的は、孤立パターンの焦点深度を向上させると共に、周期パターン端や孤立パターンでの光学的な近接効果を減少させ、さらに、化学増幅系レジスト使用時の広いスペース部の酸の発生量を抑え多量の酸の拡散によるパターン形状への悪影響を防ぐことにある。

【0021】また、微細化により従来の補助パターンマスクの作成が困難となった場合でも、補助パターンマスクを提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】このために本発明では、透明基板上に遮光膜でパターンを形成した露光用フォトマスクにおいて、投影露光で半導体基板の表面に転写される主パターンが前記遮光膜で形成され、且つ、前記露光用の照射光に対して、透過率の低い材料膜で形成される補助用パターンが前記主パターンの周辺部分に配設されている。ここで、前記補助用パターンの寸法が前記主パターンの寸法と同一であり、且つ、複数の前記補助用パターンが一定のピッチで配列される。

【0023】ここで、前記補助用パターンを形成する前記透過率の低い材料膜としてモリブデンシリサイド薄膜が用いられる。

【0024】また、前記透明基板でパターンの形成されていない領域を透過する露光用の照射光と前記補助用パターンを透過する露光用の照射光との位相差が 360° (2π ラジアン)の倍数となるように設定される。

【0025】ここで、前記主パターンが前記遮光膜による孤立したライン状のパターンとなる。

【0026】あるいは、前記主パターンが前記遮光膜で形成されるライン状のパターンであり一定ピッチで配列される。

【0027】あるいは、前記主パターンが前記遮光膜を部分的に除去した開口状の孤立パターンとなっている。

【0028】このような露光用フォトマスクの製造方法は、前記透明基板上に適当な透過率を持つ半透明膜を堆積し、前記半透明膜上にシリコン酸化膜を形成する工程と、前記シリコン酸化膜上に遮光膜を堆積する工程と、第1のレジストマスクで前記遮光膜、シリコン酸化膜および半透明膜をドライエッチングでパターンニングする工程と、第2のレジストマスクで前記パターンニングされ遮光膜のうち所定の遮光膜のパターンをドライエッチングする工程とを含む。

【0029】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照して本発明の詳細な説明を行う。図1(a)、図1(b)、図2(a)～(d)および図3は本発明の第1の実施の形態例を説明するための図である。ここで、図1(a)は本発明の

6

フォトマスクの上面図であり、図1(b)はその断面図である。ここで、このようなフォトマスクは $1/5$ の縮小投影露光のステッパーで使用されるものとする。このため、ウェハー上のフォトリソトへの転写パターンの5倍の寸法の回路パターンがフォトマスク上のパターンの寸法になる。以下の説明はフォトリソトがポジ型の場合で行われる。

【0030】図1(a)および図1(b)に示すように、マスク基板となるガラス基板1の表面に回路パターンであるライン状の孤立ライン2が形成される。ここで、この孤立ライン2の線幅は $1.25\mu\text{m}$ である。そして、その孤立ライン2の一方の側に補助パターン3、4および5が同一のピッチでそれぞれ平行に配置して形成される。さらに、この孤立ライン2の他方の側に同様の補助パターン3a、4aおよび5aが同一のピッチで設けられる。ここで、これらの補助パターンの線幅は孤立ライン2の線幅と同一であり $1.25\mu\text{m}$ である。さらに、この補助パターン間の感覚の寸法も $1.25\mu\text{m}$ に設定される。

【0031】図1(b)に示すように、このような孤立ライン2は、補助パターン3、3a、4、4a、5および5aと同一の構成材料の上にクロムの遮光膜2'を付着させて形成される。そして、この孤立ライン2はフォトリソグラフィーの投影露光の照射光を完全に遮光するように形成される。これに対し、補助パターン3、3a、4、4a、5および5aは、前述の照射光のうち所定量の光を透過するものである。

【0032】図1(a)および図1(b)では、このような補助パターンが孤立ライン2の両側に3本ずつ形成されるばあいについて説明したが、この補助パターンの数は3本ずつに限定されるものでない。このような補助パターンの数は、次に説明する補助パターンの光の透過率も考慮して決められる。

【0033】図2(a)～図2(d)は、先述した補助パターンの光の透過率を変化させたときのシミュレーションでの光強度分布を示している。ここで、図2

(a)、図2(b)、図2(c)および図2(d)はそれぞれ前述した光の透過率が100%、50%、30%および0%の場合に対応する。そして、縦軸の光強度は図2(a)でスペース領域での強度で規格かされている。なお、このシミュレーションでは、 $1/5$ の縮小投影露光において光学条件は $NA=0.5$ 、 $\sigma=0.7$ 、 $\lambda=248\text{nm}$ として行われた。ここで、 σ は光源のコヒーレンシーを示す値であり、照明光源側の光学レンズのNAを投影レンズのNAで除した値で表される。

【0034】図2において、図2(a)の補助パターンの光透過率100%のものが通常の孤立ラインパターンの場合に相当し、図2(d)の透過率0%のものが通常の周期パターンに相当する。

【0035】ここで、縮小投影露光で $0.25\mu\text{m}$ のラ

インおよびスペースの 패턴の線幅が設計通りになる光強度を I_t とすると、図2(d)より $I_t = 0.337$ となる。この I_t を基準の光強度とすると、光強度が I_t より小さいとレジストパターンがウェハー上に残り、 I_t より大きいとレジストパターンが残らないことになる。

【0036】補助パターンは前述したようにレジストパターンとして残らないようにする必要がある。ここで図2(d)で説明した光強度を考慮すると、補助パターンの透過率は光強度が I_t より大きくなる範囲すなわち30%以上になるように設定すれば良いことが分かる。

【0037】なお、この透過率30%の補助パターン部の光強度は透過率100%のそれに比べて平均で6割程度となるので、化学増幅系レジストを使用する際の補助パターン部の酸発生量を約6割に抑えることが可能である。

【0038】図1(a)および図1(b)では、ライン状の孤立ラインの両側に補助パターンを配置する場合について説明したが、図3に示すようにライン状の 패턴があるピッチで配置される場合すなわちラインによる周期パターンの場合でも同様に補助パターンが形成される。図3に示すように、ラインとスペースの幅の比が1:1の周期ライン11の両側に同じ寸法の補助パターン12, 12a, 13, 13a, 14および14aが設置されている。ここで、これらのラインあるいはスペースの图案の線幅は $1.25\mu\text{m}$ である。なお、これらの補助パターンの照射光の透過率は、図2(a)～図2(d)で説明したと同様の方法で求められ、30%から50%程度になるように設定される。

【0039】このような場合には、周期パターンの端にあるラインの图案にも周期性を持たせることができる。同時に、ラインパターンの周辺部の光強度を下げることで、化学増幅系レジスト使用時に広いスペース部分で多量に発生する酸によるレジストパターンへの悪影響を抑えることができる。これらについて図4(a)および図4(b)で説明する。

【0040】図4(a)は、この周期ラインの图案あるいは孤立ラインの图案が形成されたフォトマスクの断面図である。ここで、図1(a)、図1(b)および図3に示したものと同一の符号は同一物を表す。そして、図4(b)は、このフォトマスクを通して縮小投影露光をした時のレジスト膜に投影される光強度分布である。

【0041】図4(a)に示すように周期ライン11の途切れた端部から補助パターン12, 12a, 13, 13a等が配列されると、図4(b)に示すA領域の光強度はガラス基板1のスペース領域を透過したB領域の光強度の6割程度に低下する。この光強度の低下により、先述したような広いスペース部分での多量の酸発生は抑制されるようになる。

【0042】また、このA領域の光強度は周期的に変化する。この周期的な光強度変化は、半透明である補助パターン12, 12a, 13および13a等によって生じる。そして、これらの補助パターンは高次の回折光をも生じさせる。そして、これらの補助パターンは高次の回折光をも生じさせる。これらの補助パターンから生じる複数次の回折光は、先述した変形照明法での2光束干渉に利用できるため、周期ライン11の端部のラインパターンの焦点深度も向上するようになる。

【0043】次に、図5(a)および図5(b)および図6(a)～図6(d)に基づいて本発明の第2の実施例を説明する。ここで、図5(a)は孤立したスペースの图案の場合の本発明のフォトマスクの上面図であり、図5(b)はその断面図である。また、図6は、このフォトマスクを通して縮小投影露光される場合のシミュレーションでの光強度分布を示している。ここで、シミュレーションの光学条件は第1の実施の形態例の場合と同一である。

【0044】図5(a)および図5(b)に示すように、ガラス基板21に孤立スペース22の图案が次のようにして形成される。すなわち、遮光膜パターン23, 24, 25および26が一方の側に同一ピッチで形成され、さらに、孤立スペース22を挟んで遮光膜パターン23a, 24a, 25aおよび26aが他方の側に同一ピッチで形成される。そして、これら遮光膜パターン間に補助パターン27, 28, 29, 27a, 28aおよび29aが形成される。ここで、孤立スペース幅、遮光膜パターン幅および補助パターン幅の寸法はいずれも $1.25\mu\text{m}$ である。この遮光膜パターン23, 23a, 24, 24a, 25, 25a, 26および26aは、図5(b)に示すように、補助パターンと同一の構成材料である補助パターン材30の上にクロムの遮光膜23', 23a', 24', 24a', 25', 25a', 26'および26a'を付着させて形成される。そして、これらの遮光膜パターンはフォトリソグラフィの投影露光の照射光を完全に遮光するように形成される。これに対し、補助パターン27, 27a, 28, 28a, 29および29aは補助パターン材30のみで構成され、前述の照射光のうち所定の光量を透過する。

【0045】次に、第1の実施の形態例と同様の光学条件でシミュレーションを行い光強度分布を求めた結果を図6に示す。ここで、図6(a)、図6(b)、図6

(c)および図6(d)は補助パターンの光透過率がそれぞれ100%、50%、30%および0%の場合に対応する。本実施例の場合、図6(a)の補助パターンの光透過率100%の場合が通常のラインとスペースが等間隔に並んだパターンに相当し、図5(d)の透過率0%のものが通常の孤立スペースの图案に相当する。この孤立スペースパターンの場合、補助パターン部のフォトレジストが開口してはいけなないので、補助パターン

部の光強度分布は $I_t = 0.337$ よりも小さくなる必要がある。この条件を満たす光透過率は40%以下である。

【0046】なお、孤立スペースの場合、補助パターン部での照射光の透過率が高いとフォトリソ部での膜減りとなるため、この点にも注意して補助パターンの照射光の透過率を設定する必要がある。

【0047】次に、図7および図8に基づいて本発明の第3の実施の形態例を説明する。ここで、図7および図8は本発明の第3の実施例を示すマスク上面図であり、本発明をラインとスペースの比が1:3でありこのラインとスペースが同一ピッチで配置する場合に適用した例を示す。

【0048】図7に示されるように、ラインパターン32, 33, 34, 35および36が形成され、これらのラインパターン間に補助パターン37, 38, 39, 40, 41および42が形成される。この場合には、ラインパターン間のスペース部は全て半透明膜である補助パターンで形成されることになる。

【0049】このようなパターン構成の場合には、スペース部が広がるので、通常、スペース部の光強度が高くなるが、この部分に補助パターンを適用することにより、スペース部の光強度を抑えることができ、化学増幅系レジスト使用時の酸のレジストパターンへの悪影響を抑えることができる。

【0050】図8では、図7で説明したのと同様にラインパターン52, 53, 54, 55および56が配置される場合に、これらのラインパターン間に補助パターン57, 58, 59, 60, 61および62が1本づつ挿入される。ここで、これらのラインパターンおよび補助パターンの寸法は同一である。この場合には、補助パターンの本数と照射光の透過率は第1の実施例で説明したのと同様のシミュレーションによって求められる。本実施例のラインとスペースの比は1:3であるが、スペースの比がより大きくなった場合にも同様に適用できる。

【0051】次に図9に基づいて本発明の第4の実施例を説明する。図9(a)~図9(f)は本発明のフォトマスクの製造方法を示す製造工程順の断面図である。図9(a)に示すように、ガラス基板71上にモリブデンシリサイド(MoSi)で形成される半透明膜72を堆積させる。ここで、この半透明膜72の膜厚は45nm程度に設定される。この場合、i線の光の透過率は40%程度になる。次に、膜厚が40nm程度のシリコン酸化膜73をプラズマを用いた化学気相成長(CVD)法で形成する。このようにした後、膜厚が100nm程度のクロムをスパッタ法で成膜し遮光薄膜74を形成する。そして、全体を被覆するレジスト膜75を堆積する。

【0052】次に、図9(b)に示すように、公知の写真蝕刻法で第1のレジストマスク76を形成する。そし

て、この第1のレジストマスク76をドライエッチングのマスクにして前述の遮光薄膜74、シリコン酸化膜73、半透明膜72を微細加工する。このようにした後、第1のレジストマスク76を剥離すると図9(c)のように、遮光膜77および77a、補助パターン78、シリコン酸化膜パターン79が形成される。

【0053】次に、図9(d)に示すように、もう一度レジスト膜80を塗布した後、図9(e)に示すように孤立ラインのパターンのみにレジスト膜が残るように第2のレジストマスク81を形成する。そして、この第2のレジストマスク81をドライエッチングのマスクにして遮光膜77aのみをエッチングする。ここで、シリコン酸化膜パターン79は、補助パターン78がエッチングされるのを防止する機能を有する。このようにして、図9(f)に示すように、ガラス基板71上に孤立ライン82を有しその両側に補助パターン83を有するフォトマスクが形成されるようになる。

【0054】このフォトマスクの製造方法では遮光膜をクロム、半透明膜をMoSi系の薄膜で構成したが、遮光膜あるいは半透明膜はこのような材料の組み合わせに限らないことを言及しておく。

【0055】次に、補助パターン78を透過する光の位相差の制御方法について説明する。補助パターンを透過する光とスペース部を透過する光の位相差が生じた場合、主パターンのレジストパターン形成に悪影響を及ぼす恐れがある。そこで位相差は小さく抑える必要があり、 $\pm 10^\circ$ の範囲内にする。また、位相差は一周分変化しても同じであるので $360^\circ - n \pm 10^\circ$ の範囲内であっても良い。ここで、nは整数である。この位相差は半透明膜の厚さによって生じるので図9(a)のMoSiの半透明膜72の厚さと光学濃度を調整することによって制御される。

【0056】次に、図10に基づいて、本発明の第5の実施の形態例を説明する。本実施例は、主パターン82の下補助パターン83を透過する光の位相差の制御方法に関するものである。補助パターン83を透過する照射光の位相がスペース84を透過する照射光に対して x° ずれる場合、ガラス基板85を $360^\circ - x^\circ$ の位相差を与える厚さほど削る。実際に削る量dは、照射光の波長を λ 、ガラス基板85の屈折率をkとすると、 $d = \lambda / (k - 1)$ で求められる。このようにすると、補助パターン83を透過する光とスペース84を透過する光の位相差が 360° となり、位相差によるレジストパターン形成への悪影響を防ぐことができる。

【0057】ガラス基板85を削る方法は、第4の実施の形態例のフォトマスク作成方法において、図9(c)の様にパターンが形成された後、あるいは図9(f)の様にパターンが形成された後に、それらのパターンをマスクにしてエッチングすることにより行われる。

【0058】次に、図11に基づいて、本発明の第6の

実施の形態例を説明する。本実施例の特徴は、補助パターン 87 を MoSi 等の光学薄膜で形成するのではなく、主パターン 86 を有するガラス基板 89 の表面をプラズマ処理によって荒らすことで透過率を下げて形成していることである。この場合、補助パターン 87 の膜厚は殆ど変化しないので、補助パターン 87 を透過する照射光とスペース 88 を透過する照射光に位相差が生じず、位相差の制御を行う必要がない。

【0059】以上に説明した実施の形態例では、露光波長を 248 nm、パターン形状をラインパターン、スペースパターンとし、縮小投影露光後のこれらのパターン幅を 0.25 μm、さらに補助パターン幅を 0.25 μm とした。しかし、露光波長、パターン形状、パターン寸法は必要に応じて所定の値に設定するものとする。このようにして所定の値に変更した場合でも本発明の効果は実施の形態例で説明したと同様に得られる。ただし、このように変更する場合は、補助パターン 87 の透過率をシミュレーションや実験によって最適化する必要がある。

【0060】また、孤立ラインのパターン、孤立スペースのパターン、周期パターンおよびラインとスペースの周期パターン等が同一マスク上に存在する場合には、補助パターン 87 の光透過率を調節する必要がある。

【0061】このような場合、補助パターン 87 の光透過率をパターンの種類毎に変更することは難しいので、補助パターン 87 の線幅を補助パターン 87 を透過する光の総量がそれぞれのパターンで最適になるように調整する。例えば、孤立ラインのパターンと孤立スペースのパターンでは、孤立スペース用の補助パターンの線幅を孤立ライン用のものよりも小さくする。

【0062】また以上の実施例では、補助パターンを主パターンの両側に配置する場合について説明した。しかし、このような補助パターンを主パターンの上下左右に配置し主パターンのまわりを補助パターンで囲むようにしても良いことを言及しておく。また、補助パターンが複数で配列される場合、これらの補助パターンは同一になる場合について説明したが、これらの補助パターンの寸法がそれぞれ異なる場合でも本発明の効果は同様に生じる。さらに、実施例では露光用フォトマスクがステッパーで使用される場合について説明したが、1対1の投影露光装置や走査型露光装置の場合でも本発明の効果は同様に形成されることに触れておく。

【0063】

【発明の効果】このように本発明では、主パターンのまわりに光透過率を制御した補助パターンが配置される。このために、主パターンである孤立ライン、孤立スペース、周期ラインあるいは孤立スペースの端に周期性を持たせることができるので、光学的な近接効果を減らすことができる。また、本発明のマスクを変形照明と組み合わせた場合、孤立パターンの焦点深度を大幅に向上させ

ることができる。

【0064】また、孤立パターンや周期パターンの端等の広いスペース部の光強度が下がるので化学増幅系レジスト使用時の広いスペース部の酸の発生量が抑えられ、酸の拡散に起因するパターンへの悪影響を抑えることができる。

【0065】また、本発明の補助パターンの線幅は主パターンと同程度で良く、微細化によって主パターンの線幅がマスク製造限界になり従来の補助パターンマスクが作れない場合でも、補助パターンマスクを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の露光フォトマスクおよびその製造方法の第1の実施の形態例を説明するためのフォトマスクの図である。

【図2】本発明の第1の実施例を説明する光強度分布図である。

【図3】本発明の第1の実施例を説明するためのフォトマスクの平面図である。

【図4】本発明の第1の実施例の効果化を説明する光強度分布図である。

【図5】本発明の露光フォトマスクおよびその製造方法の第2の実施例を説明するためのフォトマスクの図である。

【図6】本発明の第2の実施例を説明する光強度分布図である。

【図7】本発明の露光フォトマスクおよびその製造方法の第3の実施例を説明するためのフォトマスクの平面図である。

【図8】本発明の第3の実施例を説明するためのフォトマスクの平面図である。

【図9】本発明のフォトマスク製造での製造工程順の断面図である。

【図10】本発明の露光フォトマスクおよびその製造方法の第4の実施例を説明するためのフォトマスクの断面図である。

【図11】本発明の露光フォトマスクおよびその製造方法の第5の実施例を説明するためのフォトマスクの断面図である。

【図12】従来の技術でのフォトマスクの平面図である。

【符号の説明】

1, 21, 31, 51, 71, 89, 101 ガラス基板 ガラス基板

2, 82 孤立ライン

23', 24', 25', 26', 23a', 24a', 25a', 26a', 77, 77a, 102

遮光膜

3, 3a, 4, 4a, 5, 5a, 12, 12a, 13, 13a, 14, 14a, 27, 27a, 28, 28a, 29, 29a, 37, 38, 39, 40, 41, 42,

13

14

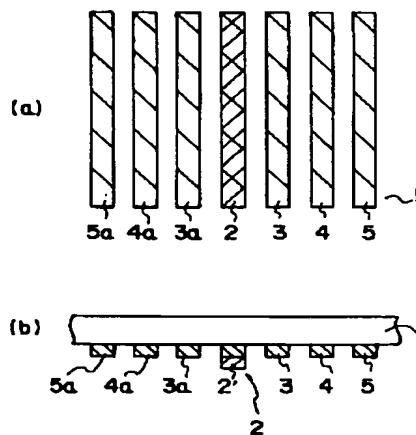
57, 58, 59, 60, 61, 62, 78, 83, 8
 7 補助パターン
 11 周期ライン
 22 孤立スペース
 23, 23a, 24, 24a, 25, 25a, 26, 2
 6a 遮光膜パターン
 30 補助パターン材
 32, 33, 34, 35, 36, 52, 53, 54, 5
 5, 56 ラインパターン
 72 半透明薄膜

73 シリコン酸化膜
 74 遮光薄膜
 75, 80 レジスト膜
 76 第1のレジストマスク
 79 シリコン酸化膜パターン
 81 第2のレジストマスク
 86 主パターン
 84, 88 スペース
 103, 104, 105 開口部

10

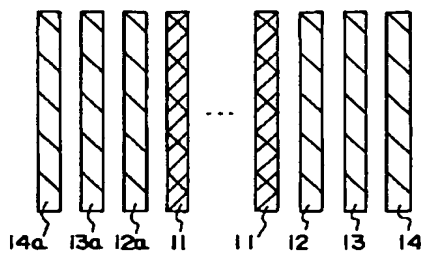
【図1】

1 ガラス基板 2' 遮光膜
 2 孤立ライン
 3, 3a, 4, 4a, 5, 5a 補助パターン

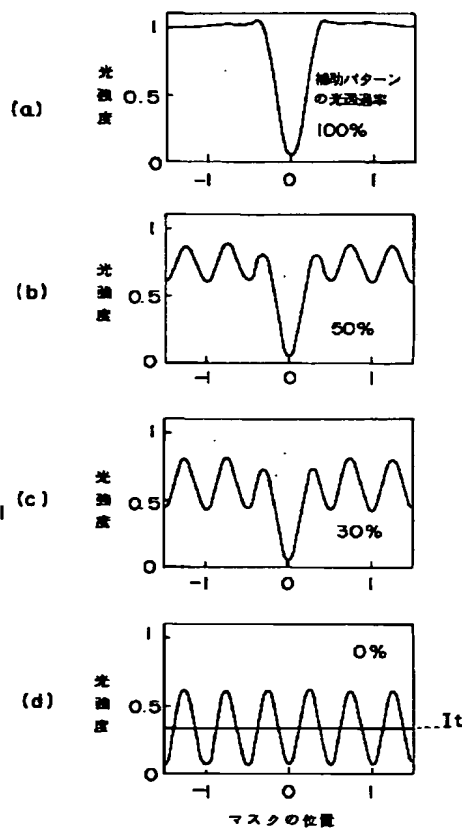


【図3】

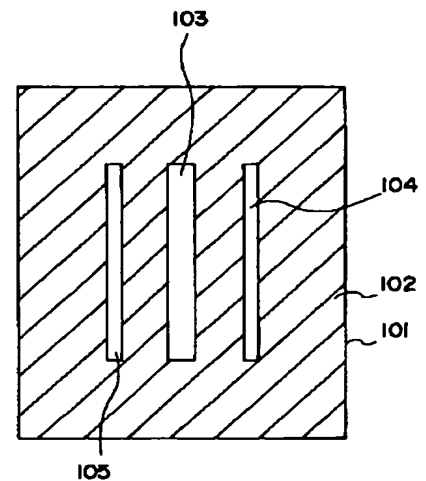
11 周期ライン
 12, 12a, 13, 13a, 14, 14a 補助パターン



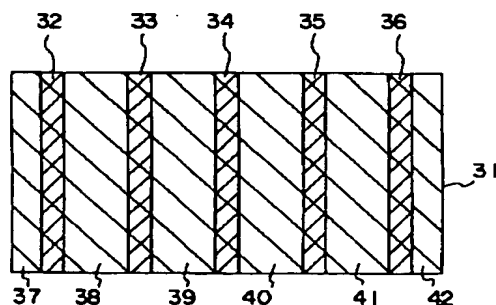
【図2】



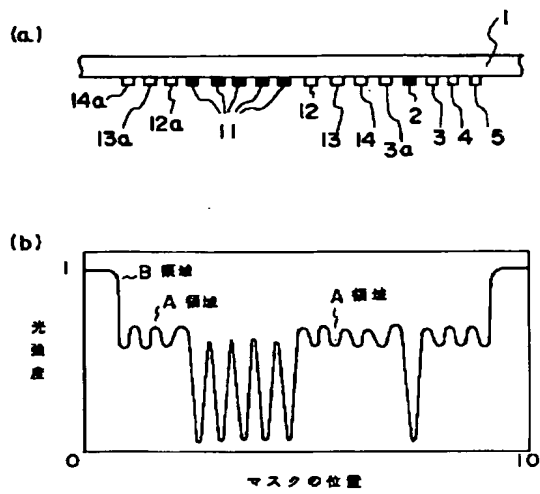
【図12】



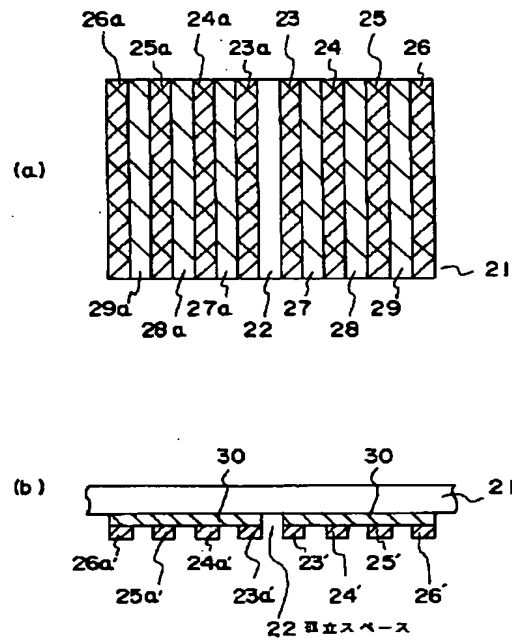
【図7】



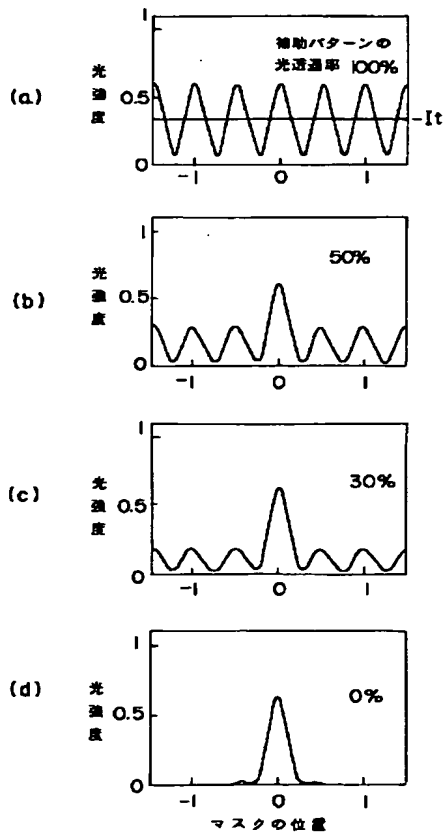
【図4】



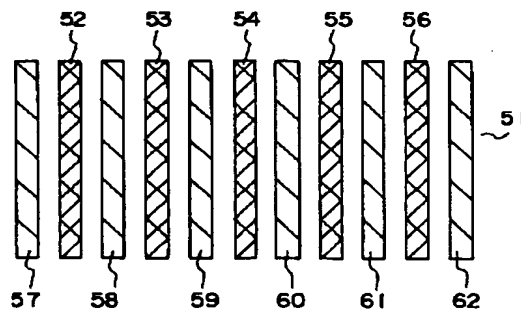
【図5】



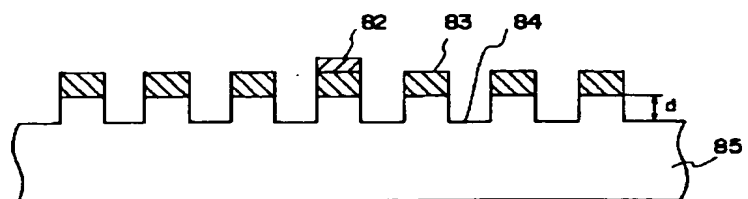
【図6】



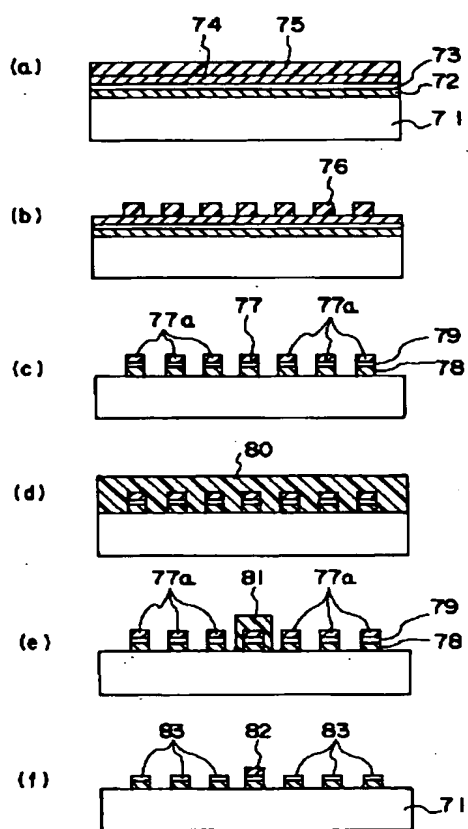
【図8】



【図10】



【図9】



【図11】

